

Erteilt auf Grund des Ersten Überleitungsgesetzes vom 8. Juli 1949
(WGBL S. 175)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



AUSGEGEBEN AM
29. MAI 1957

DEUTSCHES PATENTAMT

PATENTSCHRIFT

Nr. 964 896

KLASSE 21e GRUPPE 3602
INTERNAT. KLASSE 601r

C 1565 VIIIc/21e

Georges Clave, Le Perreux, Seine,
Anthelme Lyonnet und Marius Boiteux, Paris (Frankreich)
sind als Erfinder genannt worden

Georges Clave, Le Perreux, Seine,
Anthelme Lyonnet und Marius Boiteux, Paris (Frankreich)

Elektrisches Meßgerät

Patentiert im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 15. Januar 1944 an

Patentanmeldung bekanntgemacht am 28. Mai 1953

Patenterteilung bekanntgemacht am 16. Mai 1957

Die Priorität der Anmeldung in Frankreich vom 18. Januar 1943 ist in Anspruch genommen
Die Schutzdauer des Patents ist nach Gesetz Nr. 8 der Alliierten Hohen Kommission verlängert

Die Erfindung bezieht sich auf ein elektrisches, einen Wirkleistungsmesser enthaltendes Meßgerät für Messungen an Wechselstromleitungen.

Derartige Meßgeräte sind in verschiedenen Ausführungen bekanntgeworden und vorzugsweise für Betriebsmessungen vorgesehen. Sie enthalten außer dem genannten Wirkleistungsmesser im allgemeinen noch einen Strommesser und einen Spannungsmesser und gestatten dadurch die Messung der für die Leistungsübertragung einer Wechselstromleitung wesentlichen Größen. Da die bekannten

Wirkleistungsmesser für einen verhältnismäßig kleinen Strommeßbereich — im allgemeinen zwischen 1 und 5 A — ausgelegt sind, die zu messenden Ströme jedoch oft ein Vielfaches davon betragen, besitzen die bekannten, einen Wirkleistungsmesser enthaltenden Meßgeräte einen Stromwandler, dessen Primärwicklung in die zu messende Leitung eingeschaltet und dessen Sekundärwicklung an die Stromwicklung des Wirkleistungsmessers angeschlossen wird. Gewöhnlich sind die Stromwandler für verschiedene Meßbereiche umschaltbar

ausgeführt, und zwar erfolgt die Umschaltung auf der Primärseite des Wandlers, die zu diesem Zweck mit entsprechenden Abgriffen versehen ist.

Diese bekannten Meßgeräte besitzen jedoch einen entscheidenden Nachteil, der sich besonders bei Betriebsmessungen an Wechselstromleitungen ungünstig auswirkt. Zum Anschluß des Stromwandlers muß die Leitung aufgetrennt und damit die Leistungsübertragung unterbrochen werden. Die Einschaltung des Meßgerätes verursacht also eine Betriebsunterbrechung, die in vielen Fällen unerwünscht ist. Auch eine Umschaltung des Strommeßbereiches mit Hilfe von Schaltern verursacht in jedem Falle eine kurzzeitige Stromunterbrechung, die sich bei an die Leitung angeschlossenen Schützensteuerungen od. dgl. unter Umständen schon nachteilig auswirken kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Meßgerät zu schaffen, das ohne Unterbrechung der Leitung an diese angeschlossen werden kann und sich deshalb besonders für Betriebsmessungen eignet.

Die Erfindung sieht hierzu einen den einen Leiter der zu messenden Leitung umfassenden Zangenstromwandler, an dessen Sekundärwicklung die Stromwicklung des Wirkleistungsmessers angeschlossen ist, sowie der an die Leitung angeschlossenen Spannungswicklung des Wirkleistungsmessers zugeordnete Phasenausgleichsmittel vor, die die Phase der Spannung nach Betrag und Richtung in gleicher Weise verschieben, wie die Phase des Stromes durch den Stromwandler verschoben ist.

Der die Primärwicklung des Zangenstromwandlers bildende und von dessen Schenkeln umfaßte Leiter wird weder aufgetrennt, noch steht er mit dem in bekannter Weise isoliert ausgeführten Wandler in leitender Verbindung, sondern ist mit diesem und dem angeschlossenen Meßgerät nur über das von ihm erzeugte magnetische Feld gekoppelt.

Die zur reinen Strommessung bereits bekannte Verwendung eines Zangenstromwandlers war jedoch bisher für sogenannte »phasenempfindliche« elektrische Wechselstrommeßinstrumente nicht möglich, d. h. für Meßinstrumente, die außer dem Strom auch gleichzeitig die Spannung und die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung verwerten und aus diesen drei Meßgrößen eine kombinierte Meßgröße bilden und anzeigen.

Derartige »phasenempfindliche« Meßinstrumente sind beispielsweise Wirkleistungsmesser, Blindleistungsmesser, Wirkwiderstandsmesser od. dgl. Die Erfindung erstreckt sich allerdings nur auf die in der praktischen Meßtechnik in erster Linie interessierenden Wirkleistungsmesser und auf Meßgeräte, die einen Wirkleistungsmesser enthalten.

Zangenstromwandler haben im Gegensatz zu geschlossenen Stromwandlern die Eigenschaft, daß sie die Phasenlage des Sekundärstromes gegenüber der des Primärstromes etwas verschieben und würden deshalb in Verbindung mit den genannten »phasenempfindlichen« Meßinstrumenten eine Fehl-

anzeige ergeben. Durch die erfundungsgemäß vorgeschlagenen Phasenausgleichsmittel bleibt jedoch die jeweilige Phasenverschiebung zwischen dem in der Leitung fließenden Primärstrom und der Leitungsspannung erhalten, da die Phasen beider Meßgrößen gleichmäßig und gleichsinnig verschoben werden.

Als Phasenausgleichsmittel können an sich bekannte Schaltungen mit Blind- und Wirkwiderständen verwendet werden, die in entsprechender, dem Fachmann geläufiger Weise in den die Sekundärwicklung des Zangenstromwandlers und die Spannungswicklung des Wirkleistungsmessers umfassenden Stromkreis eingeschaltet werden.

Vorzugsweise umfassen die Phasenausgleichsmittel in Reihe zur Spannungswicklung des Wirkleistungsmessers geschaltete RC-Glieder. Die insgesamt als komplexer Vorwiderstand wirkenden RC-Glieder bestehen jeweils aus einer Parallel- oder vorzugsweise Reihenschaltung eines ohmschen Widerstandes mit einem Kondensator. Die von den RC-Gliedern bewirkte Änderung des der Leitungsspannung proportionalen Meßstromes durch die Spannungswicklung des Wirkleistungsmessers wird bereits in die Anzeigeskala des Wirkleistungsmessers eingeeicht bzw. durch entsprechend geänderte Empfindlichkeit desselben berücksichtigt.

In weiterer Ausbildung des Erfindungsgedankens ist vorgesehen, daß der Meßbereich des Wirkleistungsmessers durch einen auf seine Stromwicklung wirkenden Empfindlichkeitsregler, vorzugsweise einen zu dieser parallel geschalteten umschaltbaren Nebenwiderstand, umschaltbar ist. Die Meßbereichsumschaltung erfolgt also sekundärseitig, wobei der Zangenstromwandler selbstverständlich für die größte zu messende Primärstromstärke bemessen wird. Die Parallelschaltung des Empfindlichkeitsreglers zum Wirkleistungsmesser bietet den Vorteil, daß vom Zangenstromwandler nur eine einfache Doppelleitung zum Wirkleistungsmesser zu führen ist, während eine Meßbereichsumschaltung mit Hilfe von Abgriffen in der Sekundärwicklung des Wandlers eine mehradrige Verbindungsleitung erfordern würde.

In Weiterbildung der Erfindung ist in die Zuleitung vom Stromwandler zum Wirkleistungsmesser ein Strommesser eingeschaltet. Dieser Strommesser mißt den Strom und zeigt an, ob der Empfindlichkeitsregler für die Stromwicklung des Wirkleistungsmessers richtig eingestellt ist.

Zur Erzielung einer großen Meß- bzw. Ablesegenauigkeit für den Strom ist weiterhin ein mit dem Empfindlichkeitsregler für den Strompfad des Wirkleistungsmessers mechanisch gekoppelter Empfindlichkeitsregler, vorzugsweise ein umschaltbarer Nebenwiderstand, für den Strommesser vorgesehen, wobei die Kopplung so erfolgt, daß der Meßbereich des Strommessers in jeder Schaltstellung mit dem Strommeßbereich des Wirkleistungsmessers übereinstimmt. Durch diese Kopplung wird erreicht, daß der Empfindlichkeitsregler für den Strompfad des Wirkleistungsmessers stets richtig eingestellt und eine eventuelle Überlastung der Stromwicklung

des Wirkleistungsmessers vermieden werden kann.

Der Empfindlichkeitsregler für den Strommesser kann auch andere, an sich bekannte Mittel umfassen, beispielsweise einen sekundärseitig mit dem Strommesser verbundenen Stromwandler, dessen Primärwicklung mit Anzapfungen versehen ist und über einen Umschalter ganz oder zum Teil in Reihe mit dem Strompfad des Wirkleistungsmessers geschaltet wird.

Zweckmäßig wird auch der Spannungsmessbereich des Wirkleistungsmessers umschaltbar ausgeführt. Dadurch wird einerseits eine Überlastung der Spannungswicklung des Wirkleistungsmessers vermieden und andererseits dessen Meßgenauigkeit erhöht.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Phasenausgleichsmittel stufenweise einschaltbar und dienen bei konstant bleibender Phasenverschiebung gleichzeitig als Empfindlichkeitsregler für den Spannungspfad des Wirkleistungsmessers. Besonders bei in Reihe vor die Spannungswicklung des Wirkleistungsmessers geschalteten RC-Gliedern als Phasenausgleichsmittel ist die stufenweise Einschaltung der Phasenausgleichsmittel leicht durchzuführen, wobei durch entsprechende Bemessung der die einzelnen RC-Glieder bildenden Widerstände und Kondensatoren für eine konstante Phasenverschiebung in allen Schaltstufen gesorgt wird.

Um auch die Leitungsspannung messen und gleichzeitig dadurch ein Kriterium für die Einstellung des Empfindlichkeitsreglers für den Spannungspfad des Wirkleistungsmessers erhalten zu können, ist ein an die zu messende Leitung angeschlossener Spannungsmesser und in Reihe mit diesem ein umschaltbarer Vorwiderstand vorgesehen, dessen Umschalter so mit dem Empfindlichkeitsregler für den Spannungspfad des Wirkleistungsmessers mechanisch gekoppelt ist, daß der Meßbereich des Spannungsmessers in jeder Schaltstellung mit dem Spannungsmessbereich des Wirkleistungsmessers übereinstimmt.

Die Zeichnung stellt schematisch Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Meßgerätes dar, und zwar zeigt

Abb. 1 ein Schaltschema eines Meßgerätes mit Zangenstromwandler und Wirkleistungsmesser nach der Erfindung sowie mit Strom- und Spannungsmesser, umschaltbar auf mehrere Strom- und Spannungsmessbereiche,

Abb. 2 ein Schaltschema eines Ausschnittes der Schaltung nach Abb. 1, wobei in Abwandlung die Meßbereichumschaltung für den Strommesser durch einen Stromwandler mit primärseitigen Abgriffen erfolgt.

Das erfindungsgemäße Meßgerät umfaßt einen Zangenstromwandler 18, dessen magnetischer Kern in bekannter Weise zwei zangenförmige Schenkel 18_a und 18_b enthält, die bei 19 gelenkig gelagert und mit Isoliergriffen 20_a und 20_b versehen sind. Durch Zusammendrücken dieser Isoliergriffe werden die Schenkel geöffnet und um einen Leiter der

zu messenden Leitung 23 gelegt. Die Schenkel schließen sich unter der Wirkung einer Rückstellfeder 21 und berühren sich schließlich bei 22, so daß sie einen geschlossenen magnetischen Kreis um den Leiter bilden. Der Leiter bildet die Primärwicklung des Wandlers, während die Sekundärwicklung 17 in zwei Hälften auf die beiden Schenkel 18_a und 18_b des Wandlers aufgewickelt ist. Der Querschnitt und der Werkstoff des magnetischen Kerns des Wandlers werden so gewählt, daß bei dem größten zu messenden Strom noch keine magnetische Sättigung des Kerns eintritt.

Das Meßgerät umfaßt weiterhin einen bekannten Wirkleistungsmesser 2 mit einer beweglichen Stromwicklung und mit einer festen Spannungswicklung 24, der aus Strom und Spannung unter Berücksichtigung der Phasenverschiebung zwischen beiden die Wirkleistung bildet und anzeigt und dessen Skala in Watt geeicht ist.

Die Stromwicklung ist einerseits an das eine Ende der Sekundärwicklung 17 des Zangenstromwandlers 18, andererseits an die leitende Achse 11 eines vierstufigen Schalters angeschlossen. Die Achse trägt in leitender Verbindung zwei Kontaktarme 12 und 13 und ist durch einen Einstellknopf 11_a drehbar.

Der Kontaktarm 13 bestreicht drei Kontakte, an die Widerstände 14, 15 und 16 so angeschlossen sind, daß sie wahlweise als Nebenwiderstände zur Stromwicklung des Wirkleistungsmessers eingeschaltet werden können. In der vierten Schaltstellung liegt die Stromwicklung des Wirkleistungsmessers allein, d. h. ohne Nebenwiderstand, im Strompfad. Der gleichzeitig mit dem Kontaktarm 13 bewegte Kontaktarm 12 gehört zum Empfindlichkeitsregler für den weiter unten beschriebenen Strommesser 1.

Die Spannungswicklung 24 des Wirkleistungsmessers ist einerseits direkt, andererseits über die RC-Glieder 26, 27, 28, 29, 30 und 31 und einen weiteren Umschalter mit Kontaktarm 33 und leitender Achse 32 an die Spannungsklemmen 25 des Meßgerätes angeschlossen, die mit der zu messenden Leitung 23 verbunden werden. Die RC-Glieder dienen einmal als Phasenausgleichsmittel und zum anderen als Vorwiderstände zur Änderung des Spannungsmessbereiches des Wirkleistungsmessers. Die einzelnen Widerstände 26, 28 und 30 sind jeweils so auf die Kondensatoren 27, 29 und 31 abgestimmt, daß in jeder Schaltstellung, d. h. in jedem Spannungsmessbereich, die Phase der dem Wirkleistungsmesser zugeführten Spannung gegenüber der Leitungsspannung um denselben Betrag und in derselben Richtung wie der Sekundärstrom des Zangenstromwandlers gegenüber dem Primärstrom in der Leitung 23 verschoben wird.

Die Phasenausgleichsmittel sind dazu bestimmt, dasselbe Phasenverhältnis, das zwischen der Spannung und dem Strom der Leitung herrscht, zwischen den Strömen zu sichern, die die feste bzw. die bewegliche Wicklung des Wirkleistungsmessers durchfließen, so daß der Wirkleistungsmesser bei jeder bestehenden Phasenverschiebung zwischen

der Leitungsspannung und dem Leistungsstrom die von der Leitung übertragene Wirkleistung richtig anzeigt.

Die Phasenausgleichsmittel können auch durch

5 Induktivitäten und Widerstände in Verbindung mit der Wicklung 24 gebildet werden, oder sie können auch durch passend zusammengeschaltete, sowohl in den Strompfad als auch in den Spannungspfad des Wirkleistungsmessers eingesetzte

10 Induktivitäten, Kapazitäten und Widerstände gebildet werden.

Die Achse 32 des Umschalters trägt einen weiteren Kontaktarm 34, der zu dem Empfindlichkeitsregler des weiter unten beschriebenen Spannungsmessers 3 gehört, sowie einen Einstellknopf 32.

Das Meßgerät umfaßt in Weiterbildung der Erfindung einen Strommesser 1, der eine bewegliche Wicklung (Drehspleiße) oder ein sonstiges bekanntes Meßsystem enthält. Diesem Strommesser ist eine aus den Gleichrichtern 4, 5, 6 und 7 gebildete Gleichrichterbrücke vorgeschaltet. Parallel zu den Eingangsklemmen der Gleichrichterbrücke liegt eine Widerstandskette, die unter anderem die Widerstände 8, 9 und 10 umfaßt, deren Verbindungspunkte an vier Kontakten geführt sind, die von dem Kontaktarm 12 bestrichen werden. Dieser auf der Achse 11 aufgekeilte und gleichzeitig mit dem Kontaktarm 13 bewegte Kontaktarm 12 führt den der Achse 11 zugeführten Strom der Widerstandskette zu. Von dem Zuführungspunkt verteilt sich der Strom und fließt einmal über den einen Teil der Widerstandskette durch die Gleichrichter-Instrument-Kombination, andererseits durch den anderen Teil der Widerstandskette direkt und fließt von dort zum anderen Ende der Sekundärwicklung des Zangenstromwandlers 18 zurück. Durch Verstellung des Kontaktarmes 12 wird das Verhältnis der genannten Teilströme und dadurch 40 der Strommeßbereich des Strommessers geändert.

Die Nebenwiderstände 14, 15 und 16 des Wirkleistungsmessers und die Teilwiderstände 8, 9 und 10 der Widerstandskette sind so bemessen, daß der Meßbereich des Strommessers in jeder Schaltstellung mit dem Strommeßbereich des Wirkleistungsmessers übereinstimmt.

Schließlich umfaßt der Meßbereich noch einen Spannungsmesser 3, der eine bewegliche Wicklung (Drehspleiße) oder ein sonstiges bekanntes Meßsystem enthält. Diesem Spannungsmesser ist eine aus den Gleichrichtern 35, 36, 37 und 38 gebildete Gleichrichterbrücke vorgeschaltet. Die Eingangsklemmen der Gleichrichterbrücke liegen einerseits direkt, andererseits über stufenweise einschaltbare Vorwiderstände 39 und 40, den Kontaktarm 34 und die Achse 32 des Spannungsmessbereichumschalters an den Klemmen 25 des Meßgerätes. Die Vorwiderstände sind so bemessen, daß der Meßbereich des Spannungsmessers in jeder Schaltstellung mit dem Spannungsmessbereich des Wirkleistungsmessers übereinstimmt.

Dank diesen Vorrichtungen ermöglicht das Meßgerät gemäß der Erfindung praktisch und auf sehr

bequeme Weise die Erzielung mehrerer Empfindlichkeitsstufen für alle elektrischen Strom-, Spannungs- und Leistungsmessungen. Wenn beispielsweise der Empfindlichkeitsregler der Stromwicklung des Leistungsmessers n Stufen und der Empfindlichkeitsregler der Spannungswicklung m Stufen umfaßt, so werden $n \cdot m$ Empfindlichkeitsstufen des Wirkleistungsmessers erzielt. Im übrigen können die Empfindlichkeit des Strommessers 1 und die des Spannungsmessers 3 je nach Bedarf unabhängig voneinander eingestellt werden.

In einer anderen Ausführungsform können die Empfindlichkeitsregler an Stelle von Widerständen Wandler mit Abgriffen an einer Wicklung enthalten, die durch die beweglichen Kontaktarme der Schalter angeschaltet werden. Ein Beispiel für eine derartige Ausführungsform mit einem umschaltbaren Wandler für den Strommesser zeigt Abb. 2. Der Wandler 41 besitzt eine unterteilte Primärwicklung mit den Teilwicklungen 43, 44 und 45, deren Abgriffe an die von dem Kontaktarm 12 bestrichenen Kontakte des Strommeßbereichumschalters geführt sind. Die Sekundärwicklung 42 ist mit den Eingangsklemmen der Gleichrichterbrücke 4, 5, 6, 7 verbunden.

Eine ähnliche Anordnung mit einem umschaltbaren Wandler an Stelle von Widerständen läßt sich sinngemäß auch bei den anderen Empfindlichkeitsreglern, d. h. für den Spannungsmesser und für die Stromwicklung des Wirkleistungsmessers, verwenden.

Das beschriebene elektrische Meßgerät wird industriell vorteilhaft in Form eines Einheitsblocks ausgeführt, der nebeneinander die Skalen des Strommessers 1, des Wirkleistungsmessers 2 und des Spannungsmessers 3 enthält, was eine gleichzeitige und vergleichende Ablesung der elektrischen Größen der zu messenden Leitung ermöglicht.

Das Meßgerät kann dank der Verwendung eines zangenförmigen Wandlers sofort in Betrieb genommen werden, ohne daß eine Unterbrechung der zu messenden Leitung erforderlich ist.

Die Ausführung von Einzelheiten des Gerätes kann selbstverständlich im Rahmen der Erfindung abgeändert werden, beispielsweise bezüglich der verwendeten Meßinstrumente. An Stelle der dargestellten Schalter mit je zwei drehbaren, auf einer gemeinsamen Achse festgekeilten Kontaktarmen können auch getrennte Schalter Verwendung finden, deren bewegliche Kontaktstücke mechanisch entsprechend gekuppelt werden.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Elektrisches, einen Wirkleistungsmesser enthaltendes Meßgerät für Messungen an Wechselstromleitungen, gekennzeichnet durch einen den einen Leiter der zu messenden Leitung umfassenden Zangenstromwandler, an dessen Sekundärwicklung die Stromwicklung des Wirkleistungsmessers angeschlossen ist, sowie der an die Leitung angeschlossenen Spannungswicklung des Wirkleistungsmessers zugeordnete

5 Phasenausgleichsmittel, die die Phase der Spannung nach Betrag und Richtung in gleicher Weise verschieben, wie die Phase des Stromes durch den Stromwandler verschoben ist.

10 2. Elektrisches Meßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenausgleichsmittel in Reihe zur Spannungswicklung des Wirkleistungsmessers geschaltete RC -Glieder umfassen.

15 3. Elektrisches Meßgerät nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßbereich des Wirkleistungsmessers durch einen auf seine Stromwicklung wirkenden Empfindlichkeitsregler, vorzugsweise einen zu dieser parallel geschalteten umschaltbaren Nebenwiderstand, umschaltbar ist.

20 4. Elektrisches Meßgerät nach Anspruch 1 bis 3, gekennzeichnet durch einen in die Zuleitung vom Stromwandler zum Wirkleistungsmesser eingeschalteten Strommesser.

25 5. Elektrisches Meßgerät nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch einen mit dem Empfindlichkeitsregler für den Strompfad des Wirkleistungsmessers mechanisch gekoppelten Empfindlichkeitsregler, vorzugsweise einen umschaltbaren Nebenwiderstand, für den Strommesser,

wobei die Kopplung so erfolgt, daß der Meßbereich des Strommessers in jeder Schaltstellung mit dem Strommeßbereich des Wirkleistungsmessers übereinstimmt.

30 6. Elektrisches Meßgerät nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenausgleichsmittel stufenweise einschaltbar sind und bei konstant bleibender Phasenverschiebung gleichzeitig als Empfindlichkeitsregler für den Spannungspfad des Wirkleistungsmessers dienen.

35 7. Elektrisches Meßgerät nach Anspruch 1 bis 6, gekennzeichnet durch einen an die zu messende Leitung angeschlossenen Spannungsmesser und in Reihe mit diesem einen umschaltbaren Vorwiderstand, dessen Umschalter so mit dem Empfindlichkeitsregler für den Spannungspfad des Wirkleistungsmessers mechanisch gekoppelt ist, daß der Meßbereich des Spannungsmessers in jeder Schaltstellung mit dem Spannungsmessbereich des Wirkleistungsmessers übereinstimmt.

40

45

50

In Betracht gezogene Druckschriften:
Zeitschrift: Elektrotechnik und Maschinenbau,
60. Jahrgang, 1942, A. 11/12, S. 128 bis 130.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

